

DERWENT-ACC-NO: 1998-023290

DERWENT-WEEK: 200243

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Active matrix substrate for liquid crystal display  
device used in TV/computer - has contact hole with side  
phase inclined at angle between 45-60deg is formed on  
piercing interlayer insulating film

INVENTOR: NAKATA, Y; SHIMADA, Y ; YAMAMOTO, A

PATENT-ASSIGNEE: SHARP KK[SHAF]

PRIORITY-DATA: 1996JP-0095745 (April 17, 1996)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 09281524 A	October 31, 1997	N/A	010	G02F 001/136
TW 457392 A	October 1, 2001	N/A	000	G02F 001/1333
KR 97071098 A	November 7, 1997	N/A	000	
US 5907376 A	May 25, 1999	N/A	000	G02F 001/136
US 6084653 A	July 4, 2000	N/A	000	G02F 001/136
KR 248593 B1	March 15, 2000	N/A	000	G02F 001/13 G02F 001/136

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP 09281524A	N/A	1996JP-0095745	April 17, 1996
TW 457392A	N/A	1997TW-0102170	February 22, 1997
KR 97071098A	N/A	1997KR-0007049	March 4, 1997
US 5907376A	N/A	1997US-0821758	March 20, 1997
US 6084653A	Div ex	1997US-0821758	March 20, 1997
US 6084653A	N/A	1999US-0248282	February 11, 1999
US 6084653A	Div ex	US 5907376	N/A
KR 248593B1	N/A	1997KR-0007049	March 4, 1997

INT-CL (IPC): G02F001/13, G02F001/1333 , G02F001/1343 , G02F001/136 ,  
H01L029/786

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 09281524A

BASIC-ABSTRACT:

The substrate has several switching elements arranged in the shape of a matrix in the intersection part of a source/gate signal lines. The source/gate signal lines are arranged orthogonal to each other and supplies data/scanning signals, respectively.

An interlayer insulating film (9) is formed on the upper layer of the source signal line. A pixel electrode (11) is formed on the interlayer insulating film. A contact hole (10) with the slant face having an inclination angle of 45-60deg is formed piercing the interlayer insulating film. The pixel electrode is connected with the drain electrode (7) through the contact hole.

ADVANTAGE - Improves display quality. Improves manufacturing efficiency. Improves aperture rate of display device. Enables to control inclination degree of contact hole.

ABSTRACTED-PUB-NO: US 5907376A

#### EQUIVALENT-ABSTRACTS:

The substrate has several switching elements arranged in the shape of a matrix in the intersection part of a source/gate signal lines. The source/gate signal lines are arranged orthogonal to each other and supplies data/scanning signals, respectively.

An interlayer insulating film (9) is formed on the upper layer of the source signal line. A pixel electrode (11) is formed on the interlayer insulating film. A contact hole (10) with the slant face having an inclination angle of 45-60deg is formed piercing the interlayer insulating film. The pixel electrode is connected with the drain electrode (7) through the contact hole.

ADVANTAGE - Improves display quality. Improves manufacturing efficiency. Improves aperture rate of display device. Enables to control inclination degree of contact hole.

US 6084653A

The substrate has several switching elements arranged in the shape of a matrix in the intersection part of a source/gate signal lines. The source/gate signal lines are arranged orthogonal to each other and supplies data/scanning signals, respectively.

An interlayer insulating film (9) is formed on the upper layer of the source signal line. A pixel electrode (11) is formed on the interlayer insulating film. A contact hole (10) with the slant face having an inclination angle of 45-60deg is formed piercing the interlayer insulating film. The pixel electrode is connected with the drain electrode (7) through the contact hole.

ADVANTAGE - Improves display quality. Improves manufacturing efficiency. Improves aperture rate of display device. Enables to control inclination degree of contact hole.

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-281524

(43)Date of publication of application : 31. 10. 1997

(51)Int. Cl.

G02F 1/136  
G02F 1/1333  
G02F 1/1343  
H01L 29/786

(21)Application number : 08-095745

(71)Applicant : SHARP CORP

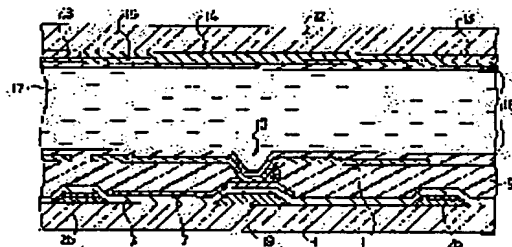
(22)Date of filing : 17.04.1996

(72)Inventor : SHIMADA YOSHIHIRO  
NAKADA YUKINOBU  
YAMAMOTO AKIHIRO

(54) ACTIVE MATRIX SUBSTRATE AND ITS PRODUCTION AND LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a liquid crystal cell of an active matrix type which embodies a high opening rate and a good display grade.

SOLUTION: At the time of subjecting interlayer insulating films 9 consisting of thermosetting resin to patterning of contact holes 10 and to thermosetting in a process for producing an active matrix substrate constituting liquid crystal cells, the temp. gradient from room temp. to a baking temp. is specified to  $\leq 10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ , by which the angle  $\theta$  of inclination of the slopes of the contact holes 10 is controlled to a range of 45 to  $60^{\circ}$ .

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.01.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 11.12.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]	3297591
[Date of registration]	12. 04. 2002
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

Copyright (C); 1998, 2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-281524

(43) 公開日 平成9年(1997)10月31日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>		識別記号	庁内整理番号	F I		技術表示箇所
G 0 2 F	1/136	5 0 0		G 0 2 F	1/136	5 0 0
	1/1333	5 0 5			1/1333	5 0 5
	1/1343				1/1343	
H 0 1 L	29/786			H 0 1 L	29/78	6 1 2 C
						6 1 7 K
審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 10 頁)						

(21) 出願番号 特願平8-95745

(22) 出願日 平成8年(1996)4月17日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 嶋田 吉祐

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

(72) 発明者 中田 幸伸

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

(72) 発明者 山本 明弘

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

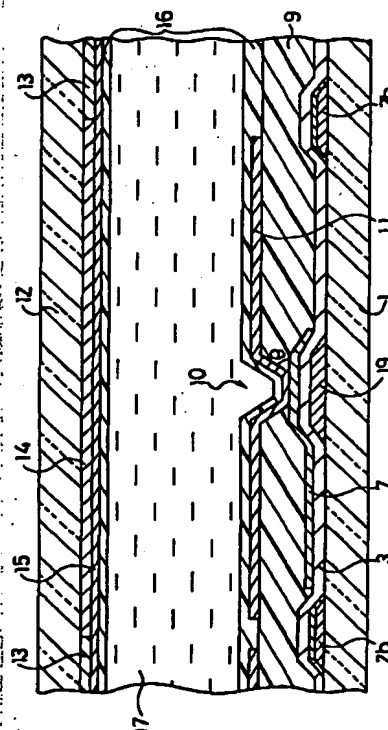
(74) 代理人 弁理士 原 謙三

(54) 【発明の名称】 アクティブマトリクス基板およびその製造方法並びに液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 高い開口率と良好な表示品位を実現するアクティブマトリクス型の液晶セルを提供する。

【解決手段】 液晶セルを構成するアクティブマトリクス基板の製造工程において、熱硬化性の樹脂からなる層間絶縁膜9にコンタクトホール10をバターニングして熱硬化する際に、室温から焼成温度までの温度勾配を10℃/分以下とすることにより、コンタクトホール10の斜面の傾斜角度 $\theta$ を45°～60°の範囲に制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】スイッチング素子がマトリクス状に配置され、該スイッチング素子に走査信号を供給するゲート信号線およびスイッチング素子にデータ信号を供給するソース信号線が互いに直交して形成され、該スイッチング素子、ゲート信号線、およびソース信号線の上層に層間絶縁膜が形成され、該層間絶縁膜上に形成された画素電極が該層間絶縁膜を貫くコンタクトホールを介してドレイン電極と接続されたアクティブマトリクス基板において、

上記コンタクトホールの斜面の傾斜角が $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$ であることを特徴とするアクティブマトリクス基板。

【請求項2】上記層間絶縁膜の膜厚が $2\mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする請求項1記載のアクティブマトリクス基板。

【請求項3】上記層間絶縁膜が感光性を有する樹脂からなることを特徴とする請求項1記載のアクティブマトリクス基板。

【請求項4】上記コンタクトホール部分を遮光する補助容量信号線を備えたことを特徴とする請求項1記載のアクティブマトリクス基板。

【請求項5】基板上にスイッチング素子、ゲート信号線、およびソース信号線を形成する工程と、  
上記スイッチング素子、ゲート信号線、およびソース信号線の上層に少なくとも熱硬化性を有する樹脂膜を成膜し、パターニングにより該樹脂膜にコンタクトホールを形成する工程と、

室温から焼成温度まで毎分 $10^{\circ}\text{C}$ 以下の温度勾配で昇温させ、上記樹脂膜を焼成して硬化する工程とを含むことを特徴とするアクティブマトリクス基板の製造方法。

【請求項6】基板上にスイッチング素子、ゲート信号線、およびソース信号線を形成する工程と、  
上記スイッチング素子、ゲート信号線、およびソース信号線の上層に少なくとも熱硬化性を有する樹脂膜を成膜し、パターニングにより該樹脂膜にコンタクトホールを形成する工程と、

上記樹脂膜の仮焼成を行う工程と、  
本焼成を行って上記樹脂膜を硬化させる工程とを含むことを特徴とするアクティブマトリクス基板の製造方法。

【請求項7】請求項1ないし4のいずれかに記載のアクティブマトリクス基板と、少なくとも対向電極を備えた対向基板との間に液晶を挟持してなる液晶表示装置。

【請求項8】請求項5および6のいずれかに記載の製造方法により製造されたアクティブマトリクス基板と、少なくとも対向電極を備えた対向基板との間に液晶を挟持してなる液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、スイッチング素子としての薄膜トランジスタをマトリクス状に配置してな

るアクティブマトリクス基板およびその製造方法、並びにこのアクティブマトリクス基板を用いて構成され、例えばコンピュータやテレビジョン装置のディスプレイとして利用される液晶表示装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、スイッチング素子として薄膜トランジスタ(TFT: Thin Film Transistor)を備え、液晶表示装置の配線基板等に利用されるアクティブマトリクス基板が知られている。図7は、従来のアクティブマトリクス基板の構成を示す回路図である。上記従来のアクティブマトリクス基板は、透明な絶縁性基板の表面にゲート信号線24…およびソース信号線26…が互いに直交するように配置され、これらの信号線の交差部分に対応するようにTFT23および絵素容量22が形成される。ゲート信号線24はTFT23のゲート電極に接続され、ゲート信号線24からゲート電極へ入力される走査信号によって絵素に対応するTFT23が駆動される。

【0003】ソース信号線26は、TFT23のソース電極に接続され、ソース電極へデータ信号を入力する。TFT23のドレイン電極には、絵素電極および絵素容量22の一方の端子が接続される。各絵素容量22の他方の端子は、絵素容量配線25に接続される。なお、上記絵素容量配線25は、液晶表示装置を構成した場合に対向基板に設けられる対向電極(図示せず)と接続される。

【0004】上記した従来のアクティブマトリクス基板の平面構造を図8に、断面構造を図9および図10に示す。このアクティブマトリクス基板は、図9に示すように、透明な絶縁性基板31上に、ゲート電極32、ゲート絶縁膜33、半導体層34、チャネル保護層35、ソース・ドレインとなる $n^+$ アモルファスシリコン層36、ソース・ドレイン電極となるITO膜37、ソース信号線となる金属層38、層間絶縁膜39、および画素電極41となる透明導電層が、順次形成された構成である。

【0005】画素電極41は、図8および図10に示すように、層間絶縁膜39に形成されたコンタクトホール40を介してTFTのドレイン電極であるITO膜37に接続されている。なお、層間絶縁膜39の材料としては、感光性アクリル樹脂等が用いられており、感光性アクリル樹脂の塗布、露光、アルカリ現像、熱硬化の工程を経て、コンタクトホール40を有する層間絶縁膜39が形成されている。

【0006】このように、層間絶縁膜39が、ゲート信号線、ソース信号線と画素電極41との間に形成されているため、これらの信号線に対して画素電極41をオーバーラップさせることが可能となる。これにより、信号線に起因する電界をシールドし、液晶の配向不良を抑制できるというような効果がある。

【0007】上記のアクティブマトリクス基板の画素電極41上にさらに配向膜46を形成し、透明絶縁性基板42の表面にブラックマトリクス43、カラーフィルタ44、対向電極45、および配向膜46を順次積層してなる対向基板と上記アクティブマトリクス基板とを貼り合せ、その間隙に液晶47を導入することにより、液晶セルを構成することができる。

【0008】特開平5-249494号公報には、コンタクトホール40の斜面の傾斜角度 $\alpha$ を $60^\circ$ 以下に形成することによりリバースティルトドメインの抑制をし、漏れ光による表示コントラストの低下を防止する技術が開示されている。なお、上記公報には、コンタクトホール40斜面の傾斜角を $45^\circ$ 以下に形成すれば、漏れ光を防止する上でより効果的であると述べられている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】また、上記の特開平5-249494号公報には、コンタクトホール40の斜面の傾斜角度を $60^\circ$ 以下に形成して十分な効果を得るためには、コンタクトホール40の段差寸法すなわち層間絶縁膜39の膜厚が、 $2\mu\text{m}$ 以下、さらに好ましくは $1\mu\text{m}$ 以下とすることが必要であると述べられている。

【0010】しかしながら、画素電極41は層間絶縁膜39を介して、ソース信号線（金属層38）、ゲート電極32およびゲート信号線と寄生容量を形成する。この寄生容量は、層間絶縁膜39の膜厚に反比例するので、膜厚が薄くなるほど寄生容量は大きくなる。寄生容量が大きくなると、液晶セルの表示品位に悪影響が及ぶという問題が生じる。

【0011】逆に、寄生容量を小さくするために層間絶縁膜39の膜厚を厚くすると、コンタクトホール40の斜面の傾斜角度が $45^\circ$ 以下に形成されていた場合、コンタクトホール40の開口部の面積が大きくなり、漏れ光が生じ易くなるという問題が生じる。あるいは、この漏れ光を遮光する補助容量信号線49の幅を太く形成することが必要となり、液晶セルの開口率が低下するという問題が生じる。

【0012】本発明は、上記した問題に鑑みなされたもので、液晶セルの開口率および表示品位に関して好適な結果が得られるコンタクトホール40の傾斜角度を見出し、また好適な傾斜角度を実現し得る製造方法を提供することを主な目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明のアクティブマトリクス基板は、スイッチング素子がマトリクス状に配置され、該スイッチング素子に走査信号を供給するゲート信号線およびスイッチング素子にデータ信号を供給するソース信号線が互いに直交して形成され、該スイッチング素子、ゲート信号線、およびソース信号線の上層に層間絶縁膜が形成され、該層間絶縁膜上に形成された画素

電極が該層間絶縁膜を貫くコンタクトホールを介してドレイン電極と接続されたアクティブマトリクス基板において、上記の課題を解決するために、コンタクトホールの斜面の傾斜角が $45^\circ \sim 60^\circ$ であることを特徴としている。

【0014】アクティブマトリクス基板のコンタクトホール部分は、このアクティブマトリクス基板を用いて液晶表示装置を形成した場合にコンタクトホールの斜面部分に生じる液晶配向の乱れに起因する漏れ光を遮光する必要がある。コンタクトホールの斜面の傾斜角を $45^\circ$ 以上に形成すれば、コンタクトホールの底面部分の面積に対して、画素電極側のコンタクトホール開口部の面積が増加する割合を抑制し、遮光が必要な部分の面積を小さくすることができる。また、上記傾斜角が $60^\circ$ 以下であれば、層間絶縁膜を形成した後に画素電極を成膜する際に、コンタクトホール内で良好なカバレッジが得られ、ドレイン電極と画素電極との接触不良を防止できる。従って、コンタクトホールの傾斜角を $45^\circ \sim 60^\circ$ とすることによって、開口率が高く接触不良による表示欠陥のない液晶表示装置を実現するアクティブマトリクス基板を提供することが可能となると共に、製造時の歩留りを向上させることができるので低価格化を図ることができる。なお、上記アクティブマトリクス基板と対向基板との間に液晶を挟持することにより液晶表示装置が構成される。

【0015】上記のアクティブマトリクス基板において、層間絶縁膜の膜厚は好ましくは $2\mu\text{m}$ 以上とする。この構成では、画素電極、層間絶縁膜、およびスイッチング素子が寄生容量を形成するので、層間絶縁膜の膜厚を $2\mu\text{m}$ 以上とすることにより、寄生容量を小さく抑えることが可能となる。この結果、この構成を用いて液晶表示装置を形成した場合、良好な表示品位を得ることができる。

【0016】また、上記のアクティブマトリクス基板において、層間絶縁膜は、好ましくは感光性を有する樹脂を用いて形成する。この構成によれば、コンタクトホールのパターンニング工程を露光のみによって行うことができるので、製造工程が簡略化されるという利点がある。

【0017】また、上記のアクティブマトリクス基板においては、好ましくは、上記コンタクトホール部分を補助容量信号線によって遮光する。この構成では、補助容量信号線を利用してコンタクトホールを遮光することにより、コンタクトホールを遮光するためのブラックマトリクスを別に設ける場合と比較して開口率を向上させることができる。さらに、コンタクトホールの傾斜角を $45^\circ \sim 60^\circ$ としたことによりコンタクトホールの開口部の面積が小さく抑えられているので、上記補助容量信号線の幅を従来よりも小さく形成することができ、遮光部分の面積が減少し、開口率がさらに向上される。この結果、開口率が高い液晶表示装置を実現するアクティブ

マトリクス基板を提供することが可能となる。

【0018】本発明の第1のアクティブマトリクス基板の製造方法は、前記の課題を解決するために、(a)基板上にスイッチング素子、ゲート信号線、およびソース信号線を形成する工程と、(b)上記スイッチング素子、ゲート信号線、およびソース信号線の上層に少なくとも熱硬化性を有する樹脂膜を成膜し、パターンニングにより該樹脂膜にコンタクトホールを形成する工程と、

(c)室温から焼成温度まで毎分10℃以下の温度勾配で昇温させ、上記樹脂膜を焼成して硬化する工程とを含むことを特徴としている。

【0019】この方法では、コンタクトホールを形成した樹脂膜を熱硬化する際に、室温から焼成温度までの昇温時の温度勾配を毎分10℃以下としたことにより、樹脂膜の熱だれが防止され、コンタクトホール斜面の傾斜角度の制御が容易となる。それゆえ、コンタクトホールの開口部の面積が広がることを抑制できる。この結果、開口部の面積が小さいコンタクトホールを有するアクティブマトリクス基板を提供することが可能となり、このアクティブマトリクス基板を用いて液晶表示装置を形成した場合、該液晶表示装置の開口率を向上させることができる。

【0020】なお、上記の方法で製造されたアクティブマトリクス基板と、少なくとも対向電極を備えた対向基板との間に液晶を挟持させることにより、液晶表示装置を構成できる。

【0021】本発明の第2のアクティブマトリクス基板の製造方法は、前記の課題を解決するために、(a)基板上にスイッチング素子、ゲート信号線、およびソース信号線を形成する工程と、(b)上記スイッチング素子、ゲート信号線、およびソース信号線の上層に少なくとも熱硬化性を有する樹脂膜を成膜し、パターンニングにより該樹脂膜にコンタクトホールを形成する工程と、

(c)上記樹脂膜の仮焼成を行う工程と、(d)本焼成を行って上記樹脂膜を硬化させる工程とを含むことを特徴としている。

【0022】この方法では、仮焼成の工程を経ることにより、本焼成の工程における樹脂膜の熱だれが抑制され、コンタクトホール斜面の傾斜角度の制御が容易となる。また、仮焼成によって熱だれが抑制されることにより、本焼成までの昇温速度を速めることができ、製造効率が向上する。これにより、アクティブマトリクス基板を低価格で提供することができる。なお、上記の方法で製造されたアクティブマトリクス基板と、少なくとも対向電極を備えた対向基板との間に液晶を挟持させることにより、液晶表示装置を構成できる。

【0023】

【発明の実施の形態】

【実施の形態1】本発明の実施の一形態について図1ないし図5に基づいて説明すれば、以下のとおりである。

【0024】最初に、本実施の形態に係るアクティブマトリクス基板およびこの基板を用いた液晶セル（液晶表示装置）の概略構成を、図1および図2を参照しながらその製造方法と共に説明する。上記アクティブマトリクス基板は、まず、透明な絶縁性基板1上に、図1に示すように、互いに平行に配置されるゲート信号線2b…と、遮光性を有する補助容量信号線19とを形成する。また、上記ゲート信号線2bと同時に、スイッチング素子としての薄膜トランジスタ（TFT: Thin Film Transistor）のゲート電極2aが形成される。

【0025】TFTは、図2に示すように、絶縁性基板1に形成されたゲート電極2a上に、ゲート酸化膜21、ゲート絶縁膜3、半導体層4、チャネル保護層5、ソース・ドレイン電極となるn<sup>+</sup>アモルファスシリコン層6を、周知の方法により順次積層することにより構成される。

【0026】さらに、上記n<sup>+</sup>アモルファスシリコン層6上にITO膜7および金属層8をスパッタ法により順次形成することにより、ゲート信号線2bに直交するソース信号線20が形成される。ドレイン電極側のITO膜7は、図1に示すように、後に詳述するコンタクトホール10を介して画素電極11と接続するために延設される。

【0027】本実施の形態においては、前記したように、ソース信号線20を金属層8とITO膜7とによる二層構造とした。この構造は、金属層8の一部に欠陥があったとしてもITO膜7によって電気的接続が保たれるので、ソース信号線20の断線を防止できるという点で効果的である。

【0028】さらに、アクリル樹脂をジエチレングリコールエチルメチルエーテル等の溶剤で希釈したものを3μmの膜厚で塗布し、露光、アルカリ現像を行い、さらに焼成を行ってアクリル樹脂を熱硬化することにより、図3に示すように、ITO膜7まで達するコンタクトホール10を有する層間絶縁膜9を形成する。

【0029】なお、上記層間絶縁膜9の材料は、感光性を有することが好ましい。感光性材料を用いた場合、パターンニング工程を露光のみによって行えるので、製造工程が簡略化される。

【0030】また、予め絶縁性基板1上に形成されている補助容量信号線19は、遮光性の物質からなると共に、コンタクトホール10の開口部を完全に覆う幅に形成されることが必要である。これにより、コンタクトホール10における液晶配向の乱れによる漏れ光を遮光し、コントラストの高い液晶セルを実現することが可能となる。

【0031】続いて、層間絶縁膜9上に透明導電膜をスパッタ法により成膜してパターンニングし、画素電極11を形成する。この画素電極11は、コンタクトホール10の底面部において、この底面部に露出したITO膜7



と接続する。以上の工程により、スイッチング素子としてのTFTがマトリクス状に配置され、TFTに走査信号を供給するゲート信号線2b…および上記TFTにデータ信号を供給するソース信号線20…が互いに直交して形成されたアクティブマトリクス基板を作成することができる。

【0032】一方、上記アクティブマトリクス基板に対向させる対向基板については、まず、透明な絶縁性基板12上に金属膜をスパッタ法にて成膜してパターニングし、遮光板13を形成する。次に、感光性のカラーレジストを塗布し、露光、現像することにより、赤・緑・青のカラーフィルタ14を形成する。さらに、ITO等の透明導電膜をスパッタ法により成膜してパターニングし、対向電極15を形成する。なお、この対向電極15は、アクティブマトリクス基板側の補助容量信号線19に接続される。これにより、対向基板が作成される。

【0033】その後、上記のアクティブマトリクス基板

温度勾配〔℃/分〕	傾斜角度 $\theta$ 〔deg.〕	b/a
5	55	2.3
10	45	2.8
15	35	3.8

【0037】表1から明らかなように、温度勾配が大きくなるほど、コンタクトホール10の斜面の傾斜角度 $\theta$ は小さくなる。また、図5に示すようにコンタクトホール10の開口部の幅をbとすると、表1に記載したb/aの測定値は、傾斜角度 $\theta$ および層間絶縁膜9の膜厚から求められる計算値と一致しないが、これは、熱硬化時の温度勾配が大きいとコンタクトホール10の開口部周辺のアクリル樹脂が熱だれを起こし、開口部の面積がさらに広がることによる。アクリル樹脂の熱だれは、温度勾配が大きいほど顕著になる。また、この熱だれによる開口部の広がり層間絶縁膜9の膜厚が厚くなるほど顕著となることが確認された。

【0038】コンタクトホール10の開口部は、液晶17の配向が乱れることによる光漏れが生じるので、良好なコントラストを得るためには補助容量信号線19によって完全に遮光しなければならない部分である。従って、コンタクトホール10の傾斜角度 $\theta$ が小さすぎる場合には、前述のようにコンタクトホール10の開口部の面積が広くなり、補助容量信号線19の幅を太く形成することが必要となり、開口率の高い液晶セルを実現できないという問題がある。

【0039】液晶セルとして充分な開口率を実現するためには、コンタクトホール10の斜面の傾斜角度 $\theta$ を45°以上に形成することが好ましい。しかし、コンタクトホール10の傾斜角度 $\theta$ が60°よりも大きくなると、層間絶縁膜9表面にITO膜等を成膜することにより画素電極11を形成する際に、コンタクトホール10

および対向基板の双方に配向膜16を形成してこれらの基板を貼り合わせ、その空隙に液晶17を導入することにより液晶セルが形成される。

【0034】図4は、上記の熱硬化の工程における基板温度の変化を示すグラフである。同図に示すように、本実施の形態では、室温から本焼成温度までに到達するまで一定の温度勾配で基板温度が上昇するように加熱を行い、本焼成の間は一定の温度を保った。

【0035】下記の表1に、室温から本焼成温度まで昇温する過程の温度勾配と、コンタクトホール10斜面の傾斜角度 $\theta$ との関係を示す。なお、温度勾配以外の条件は同一とし、層間絶縁膜9の膜厚を3 $\mu$ m、コンタクトホール10の底面部すなわちITO膜7と画素電極11との接触面のゲート方向の幅a（図5参照）を5 $\mu$ mに形成した。

【0036】

【表1】

の底面部に良好なカバレッジが得にくく、画素電極11とITO膜7との接続不良が起こり易くなる。

【0040】従って、コンタクトホール10の斜面の傾斜角度 $\theta$ の好適な範囲は、概ね45°～60°である。傾斜角度 $\theta$ がこの範囲であれば、コンタクトホール10の開口部を遮光する補助容量信号線19の幅を従来よりも細く形成することができ、開口率が向上する。しかも、コンタクトホール10の底面部におけるITO膜7と画素電極11との接続が確実に得られる。なお、熱硬化工程における室温から本焼成温度までの温度勾配を10℃/分以下とすることにより、表1から明かなように、コンタクトホール10の斜面の傾斜角度 $\theta$ を上記の好適な範囲に形成することが可能である。

【0041】例えば、表1に示したように、温度勾配を15℃/分として熱硬化工程を実施した場合、形成されるコンタクトホールの斜面の傾斜角度は35°となり、上記した好適な範囲を大きく外れていることが分かる。すなわち、本焼成温度までの昇温を急速に行うと、傾斜角度の好適な制御が不可能である。このように、温度勾配が10℃/分よりも大きい場合に傾斜角度が好適な範囲を大きく外れることは、アクリル樹脂の特性だけでなく、このアクリル樹脂を希釈するために用いた溶剤の揮発速度にも関係すると考えられる。一般的に、溶剤の揮発速度は温度勾配に依存し、温度勾配が大きくなるほど揮発速度も大きくなり、アクリル樹脂の熱だれが生じ易くなる。このため、温度勾配を10℃/分以下とすることが好ましい。

【0042】なお、層間絶縁膜9の膜厚に関しては、2  $\mu\text{m}$ 以上とすることが好ましい。この理由は以下のとおりである。すなわち、層間絶縁膜9は、画素電極11とソース信号線20、ゲート信号線2bとの間に寄生容量を形成する。この寄生容量の大きさは層間絶縁膜9の膜厚に反比例し、寄生容量が大きいとクロストークが発生し、液晶セルの表示品位に悪影響を及ぼすことは良く知られている。層間絶縁膜9の膜厚を2  $\mu\text{m}$ 以上に形成すれば、液晶セルの表示品位に悪影響を及ぼさない程度に寄生容量を小さくすることが可能となる。

【0043】また、前記したように、熱硬化工程における温度勾配を10℃/分以下とすることにより、層間絶縁膜9を2  $\mu\text{m}$ 以上の比較的厚い膜厚で形成した場合でも、コンタクトホール10開口部周辺が熱だれによって広がることを抑制できる。この結果、寄生容量を小さく抑えて良好な表示品位を得ることができると共に、コンタクトホール10の開口部の面積を小さくし、遮光部の面積を減らせ、液晶セルの開口率を向上させることが可能となる。

【0044】なお、本実施の形態では、層間絶縁膜9の材料としてアクリル樹脂を用いたが、その他の樹脂を用いることもできる。一般的に、室温から焼成温度までの昇温過程において、毎分ごとの上昇温度を焼成温度の約1/15以下とすることにより、樹脂の熱だれを最小限に抑えることができる。

【0045】〔実施の形態2〕本発明の実施に係る他の形態について、図6を参照しながら説明する。なお、前記した実施の形態1と同様の構成には同一の部材番号を付与し、その説明を省略する。

【0046】本実施の形態では、コンタクトホール10を有する層間絶縁膜9を形成する際に、溶媒で希釈したアクリル樹脂を熱硬化する工程において、基板温度を室温から本焼成温度まで昇温する途中段階で、90℃による仮焼成を5分間行った後、本焼成温度(200℃)まで再び昇温させる。これにより、実施の形態1と同様に、コンタクトホール10の斜面の傾斜角度を概ね45°~60°の好適な範囲に形成することができた。

【0047】しかも、仮焼成工程を経ることによってアクリル樹脂が熱だれを起こしにくくなり、昇温速度を速めることができる。この結果、生産効率が向上し、製造コストの低減を図ることができる。

【0048】下記の表2は、仮焼成温度と、層間絶縁膜9に形成されるコンタクトホール10の斜面の傾斜角度 $\theta$ との関係を示す。なお、ここでも、層間絶縁膜9の材料として、感光性のアクリル樹脂を溶剤(ジエチレングリコールエチルメチルエーテル)で希釈したものを使用した。

【0049】

【表2】

仮焼成温度(℃)	傾斜角度 $\theta$ [deg.]
90	50
95	45
100	35

【0050】表2から明らかなように、仮焼成温度が高くなるほど傾斜角度 $\theta$ は小さくなることが分かる。また、仮焼成温度が高くなるほど、傾斜角度 $\theta$ の変化の割合が大きくなることが確認された。

【0051】なお、上記アクリル樹脂に関しては、90℃で5分以上、さらに好ましくは、6~10分程度の仮焼成を行うことにより、昇温速度を速めても、コンタクトホール10の傾斜角度 $\theta$ を上記の好適な範囲に形成することができる。

【0052】あるいは、90℃で2分20秒の仮焼成を行い、さらに100℃で2分20秒の仮焼成を行った後、さらに昇温して本焼成を行うことによっても同様の効果が得られる。

【0053】なお、上記した各実施の形態は、本発明を限定するものではなく、発明の範囲内で種々の変更が可能である。例えば、上記では、層間絶縁膜9の材料として、感光性を有するアクリル樹脂をジエチレングリコールエチルメチルエーテルで希釈したものをを用いたが、透光性および絶縁性を有し、さらに好ましくは感光性を有する樹脂を使用することが可能であり、例えば、ベンゾシクロブテン等を用いることができる。

【0054】また、上記では、コンタクトホール10を補助容量信号線19で遮光される位置に形成した構成を説明したが、コンタクトホール10を形成する位置はこれに限定されるものではない。例えば、ゲート信号線2bと重なる位置にコンタクトホール10を形成し、ゲート信号線2bがコンタクトホール10の開口部を完全に遮光する構成としても良い。

【0055】

【発明の効果】以上のように、本発明の請求項1に記載のアクティブマトリクス基板は、コンタクトホールの斜面の傾斜角を45°~60°とした構成である。

【0056】これにより、コンタクトホールの底面部の面積に対する開口部の面積の増加を抑制すると共に、コンタクトホールを介して接続される画素電極とドレイン電極との接触を確実なものとすることができる。この結果、開口率が高く信頼性の高い液晶表示装置を実現できるアクティブマトリクス基板を、低価格で提供することが可能となるという効果を奏する。

【0057】本発明の請求項2に記載のアクティブマトリクス基板は、層間絶縁膜の膜厚を2  $\mu\text{m}$ 以上とした構成である。

【0058】これにより、寄生容量を小さく抑え、優れた表示品位を有する液晶表示装置を実現できるアクティ

ブマトリクス基板を提供することが可能となるという効果を奏する。

【0059】本発明の請求項3に記載のアクティブマトリクス基板は、層間絶縁膜が感光性を有する樹脂からなる構成である。

【0060】これにより、コンタクトホールのパターニングを露光のみによって行うことができ、製造工程が簡略化される。この結果、開口率が高く信頼性の高い液晶表示装置を実現できるアクティブマトリクス基板を、低価格で提供することが可能となるという効果を奏する。

【0061】本発明の請求項4に記載のアクティブマトリクス基板は、コンタクトホール部分を遮光する補助容量信号線を備えた構成である。

【0062】これにより、開口率が高い液晶表示装置を実現できるアクティブマトリクス基板を提供することが可能となるという効果を奏する。

【0063】本発明の請求項5に記載のアクティブマトリクス基板の製造方法は、基板上にスイッチング素子、ゲート信号線、およびソース信号線を形成する工程と、上記スイッチング素子、ゲート信号線、およびソース信号線の上層に少なくとも熱硬化性を有する樹脂膜を成膜し、パターニングにより該樹脂膜にコンタクトホールを形成する工程と、室温から焼成温度まで毎分10℃以下の温度勾配で昇温させ、上記樹脂膜を焼成して硬化する工程とを含む方法である。

【0064】これにより、熱硬化工程において、コンタクトホールを形成した樹脂膜の熱だれが抑制され、コンタクトホールの開口部が広がることが防止される。この結果、開口率が高い液晶表示装置を実現できるアクティブマトリクス基板を提供することが可能となるという効果を奏する。

【0065】本発明の請求項6に記載のアクティブマトリクス基板の製造方法は、基板上にスイッチング素子、ゲート信号線、およびソース信号線を形成する工程と、上記スイッチング素子、ゲート信号線、およびソース信号線の上層に少なくとも熱硬化性を有する樹脂膜を成膜し、パターニングにより該樹脂膜にコンタクトホールを形成する工程と、上記樹脂膜の仮焼成を行う工程と、本焼成を行って上記樹脂膜を硬化させる工程とを含む方法である。

【0066】これにより、本焼成の工程における樹脂膜の熱だれが抑制され、コンタクトホール斜面の傾斜角度の制御が容易となる。また、仮焼成によって熱だれが抑制されることにより、本焼成までの昇温速度を速めることができ、製造効率が向上する。この結果、開口率が高い液晶表示装置を実現できるアクティブマトリクス基板を低価格で提供することが可能となるという効果を奏する。

【0067】本発明の請求項7に記載の液晶表示装置は、請求項1ないし4のいずれかに記載のアクティブマトリクス基板と、少なくとも対向電極を備えた対向基板との間に液晶を挟持してなる構成である。

【0068】これにより、開口率が高く表示品位が向上された液晶表示装置を提供することが可能となるという効果を奏する。

【0069】本発明の請求項8に記載の液晶表示装置は、請求項5および6のいずれかに記載の製造方法により製造されたアクティブマトリクス基板と、少なくとも対向電極を備えた対向基板との間に液晶を挟持してなる構成である。

【0070】これにより、開口率が高く表示品位が向上された液晶表示装置を提供することが可能となるという効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態に係るアクティブマトリクス型液晶セルの概略構成を示す平面図である。

【図2】図1の液晶セルにおけるA-A'線矢視断面図である。

【図3】図1の液晶セルにおけるB-B'線矢視断面図である。

【図4】上記液晶セルの製造時に、コンタクトホールを有する層間絶縁膜を熱硬化する工程における基板温度の変化を示すグラフである。

【図5】上記液晶セルを構成するアクティブマトリクス基板の層間絶縁膜に形成されたコンタクトホールの形状を示す断面図である。

【図6】本発明の実施の他の形態に係る液晶セルの製造時に、コンタクトホールを有する層間絶縁膜を熱硬化する工程における基板温度の変化を示すグラフである。

【図7】従来のアクティブマトリクス基板の構成を示す回路図である。

【図8】従来のアクティブマトリクス型液晶セルの概略構成を示す平面図である。

【図9】図8の液晶セルにおけるA-A'線矢視断面図である。

【図10】図8の液晶セルにおけるB-B'線矢視断面図である。

#### 【符号の説明】

2b ゲート信号線

7 ITO膜（ドレイン電極）

9 層間絶縁膜

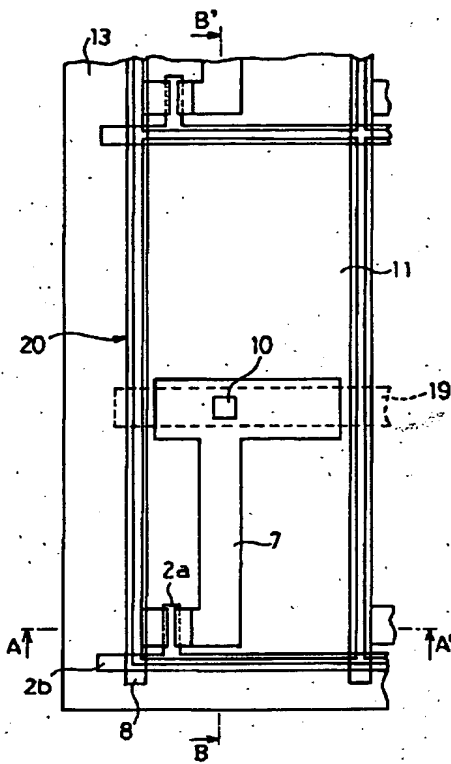
10 コンタクトホール

11 画素電極

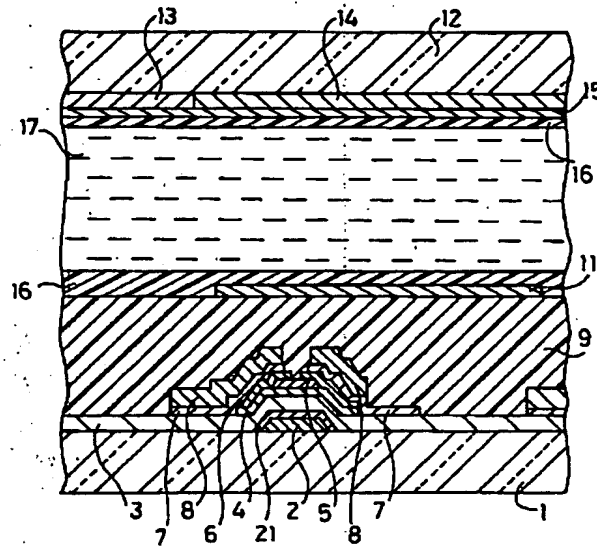
19 補助容量信号線

20 ソース信号線

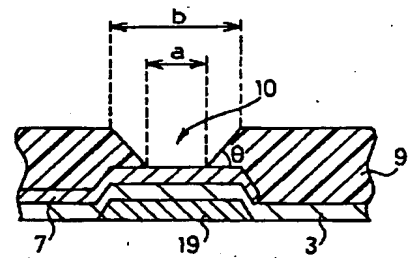
【図1】



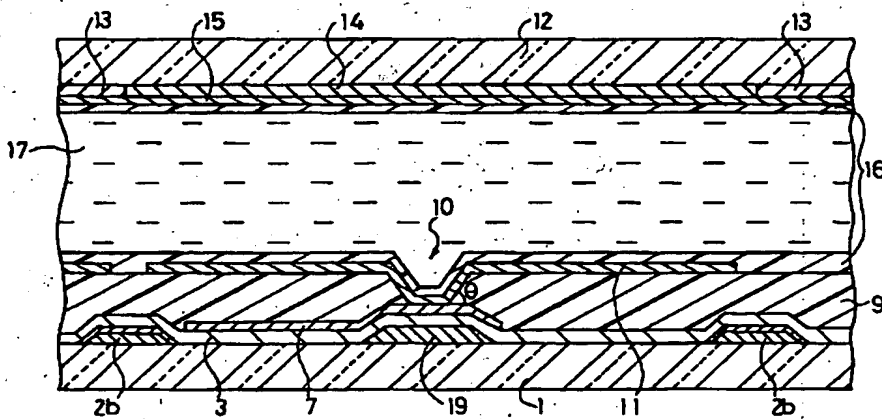
【図2】



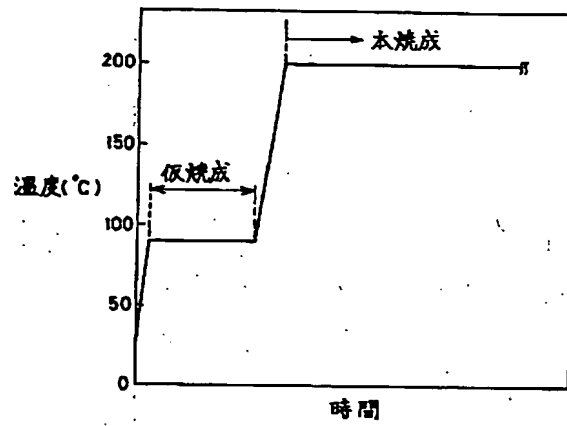
【図5】



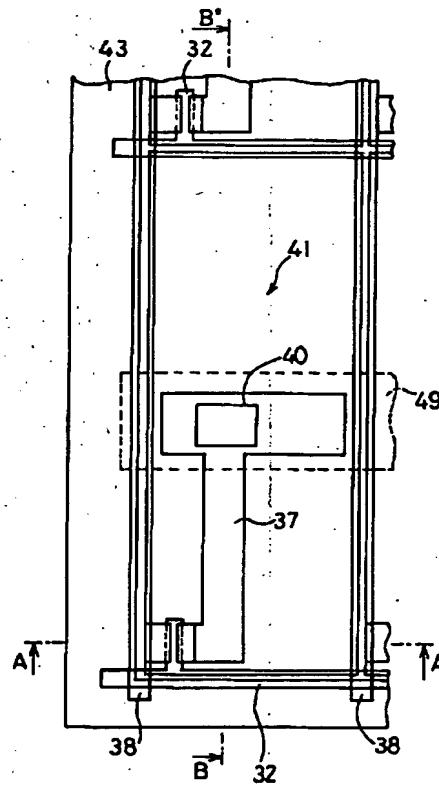
【図3】



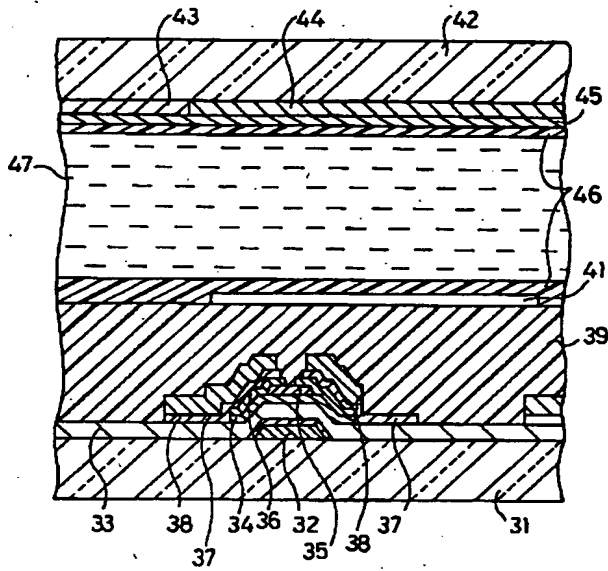
【例 6】



【例 8】



【図 9】



【図 10】

